

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

EP04/56,

REC'D 20 FEB 2004

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

103 01 338.5

Anmeldetag:

15. Januar 2003

Anmelder/Inhaber:Dipl.-Ing. Alexander Steinbrecher,
Markkleeberg/DE**Bezeichnung:**Verfahren und Vorrichtung zur Intensivierung der
Durchlässigkeit von bohrungsnahen Bodenschichten
sowie von Filterkörpern und Filterschichten in Brun-
nen und anderen Förderbohrungen**IPC:**

E 03 B 3/15

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**München, den 11. Dezember 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Ebert

Dipl.-Ing. Alexander Steinbrecher
Karl-Liebknecht-Straße 8

04416 Markkleeberg
Deutschland

Dipl.-Ing. W. Hermann-Trentepohl, Bochum
Dipl.-Ing. Wolfgang Grosse, München
Dipl.-Ing. Josef Bockhorn, Bochum
Dr.-Ing. Christian Lang, München
Dipl.-Ing. Martin Misselhorn, RA, München
Dipl.-Ing. Thilo Raible, RA, München
Dipl.-Ing. Johannes Dieterle, Leipzig
Dipl.-Ing. Silke Rothe, RAin, Leipzig
Ute Grosse, RAin, München

E-mail: info@patguard.de
www.patguard.com

L e i p z i g
15. Januar 2003
P 58847 DE (DT/GL)
Q:\B5TRP\TRPFBR\Y-1-10D.doc

**Verfahren und Vorrichtung zur Intensivierung der Durchlässigkeit von
bohrungsnahen Bodenschichten sowie von Filterkörpern und Filterschichten
in Brunnen und anderen Förderbohrungen**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung, mit deren Hilfe die Durchlässigkeit von bohrungsnahen Bodenschichten sowie von in die Bohrung eingebrachten Filterkörpern und Filterschichten in Brunnen und anderen Förderbohrungen intensiviert werden kann.

In Brunnen und anderen Förderbohrungen lagern sich während des Betriebes in den bohrungsnahen Bodenschichten sowie in den in die Bohrung eingebrachten Filterkörpern und Filterschichten Feststoffe und Inkrustationen ab, welche die Durchlässigkeit für das zu fördernde flüssige Medium zunehmend verschlechtern.

Um einer dadurch hervorgerufenen Verschlechterung der Förderleistung entgegenzuwirken, sind aus dem Stand der Technik verschiedene Verfahren und Vorrichtungen bekannt.

So beschreibt das deutsche Patent DE 195 37 689 C2 ein Verfahren zur Regenerierung eines Brunnens, bei dem ein zylindrischer Körper zwischen zwei Drahtscheiben als Zentrierung in den Brunnen hinabgesenkt wird, und durch Öffnung eines Ventils in diesem Körper ein

Forstenrieder Allee 59
D - 81476 München
Tel. +49 089 - 745541-0
Fax +49 089 - 7593869

Massenbergstr. 19-21
D-44787 Bochum
Tel. +49 0234 - 91224-0
Fax +49 0234 - 6406600

Zimmerstr. 3
D - 04109 Leipzig
Tel. +49 0341 - 14958-60
Fax +49 0341 - 14958-68

Paseo Explanada De España N.º. 1, 4.º Izda
ES - 03002 Alicante
Tel. +49 089 - 745541-0
Fax +49 089 - 7593869

Deutsche Bank, Bochum
Hypo Vereinsbank, München
Postbank, München

BLZ 430 700 24
BLZ 700 202 70
BLZ 700 100 80

Konto / Account: 614 551 000
Konto / Account: 046 505 999
Konto / Account: 227 682 805

IBAN: DE05 4307 0024 0614 5510 00
IBAN: DE44 7002 0270 0046 5059 99
IBAN: DE30 7001 0080 0227 6828 05

SWIFT (BIC): DEUTDE33
SWIFT (BIC): HYVEDE33
SWIFT (BIC): PBNKDEFF

unter hohem Druck stehendes Gas gegen die Brunnenwand beschleunigt wird. Diese Gasmenge wirkt dabei pulsierend als Druckwelle gegen die Brunnenwand, wobei die Öffnungszeitpunkte des Ventils, die austretende Gasmenge und der Gasdruck vor den Regenerierungsarbeiten im Brunnen fest eingestellt werden können.

Nachteilig bei diesem Verfahren ist, dass während der Arbeit im Brunnen keine zeitgleiche und sofortige Anpassung des Gasdruckes, der Gasmenge und der Öffnungszeitpunkte des Ventils an die sich durch die Bearbeitung nach jedem Impuls ändernden hydraulischen Eigenschaften des Brunnens und dessen Umgebung im Boden erfolgen können, und dass die Öffnung des Ventils nicht durch ein Signal zu einem exakt definierten Zeitpunkt erfolgt. Auch garantiert der angegebene Druck von 10 bis 25 bar keine hohe Eindringtiefe in die zu regenerierenden bohrungsnahen Bodenschichten bzw. in die Filterkörper und Filterschichten.

Aus dem DE 199 32 593 C1 ist ein weiteres Verfahren bekannt, welches mindestens einen senkrechten Bohrungsabschnitt im Brunnen, der durch zwei Packer gegenüber der übrigen Bohrung abgegrenzt wird, mit einem gasförmigen oder flüssigen Druckmittel pulswise beaufschlägt. Das vorhandene Brunnenwasser und/oder das Druckmittel wird durch die Filterwände in die umgebenden Filterkiesschichten gepresst. Unmittelbar im Bereich des Bohrungsabschnittes wird dabei ein Druckbehälter als Pufferspeicher für das Druckmittel eingesetzt, um Druckverluste in Druckleitungen zu vermeiden.

Das Wirkprinzip zur Erzielung eines Regenerierungseffektes besteht bei diesem Verfahren im pulswisen Beaufschlagen des Bohrungsabschnittes mit einem gasförmigen oder flüssigen Druckmittel und dem dadurch hervorgerufenen Verpressen des Brunnenwassers und/oder des Druckmittels durch die Filterschlitzte in die Filterkiesschichten, das heißt, es erfolgt lediglich eine Volumenverdrängung durch die Filterschlitzte hindurch.

In der Patentanmeldung DE 198 43 292.5 wird weiterhin ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem mittels plötzlicher Entspannung eines komprimierten Gases oder einer unter Druck stehenden Flüssigkeit im Brunnen Impulse freigesetzt werden. Auf Grund des in der Gegen-druckkammer verwendeten bewegungsträgen Materiales ist der Öffnungs- und Schließ-

vorgang der zur Durchführung des Verfahrens verwendeten Vorrichtung zu langsam, um einen kinetischen Energieimpuls zu erzeugen. Auch wird wiederum lediglich eine druckwechselnde Volumenverdrängung als Regeneriereffekt wirksam.

Schließlich ist ein Verfahren bekannt, bei dem zur Brunnenregenerierung Druckimpulse im Brunnen mittels Sprengladung erzeugt werden. Der Einsatz dieses Verfahrens ist auf keinen Fall bei jedem Brunnen möglich, da die erzeugten Druckimpulse sehr energiereich und kaum regelbar sind, und zu Zerstörungen des Ausbaumaterials führen können.

Allen bekannten Verfahren liegt das gemeinsame Prinzip zugrunde, mittels kurzzeitiger und teilweise pulsierender Volumenverdrängung im Saugbereich einer Förderbohrung das dort befindliche Medium oder ein Fremdmedium durch die Filterschlitze hindurch in die umgebende Filter- und/oder Bodenschicht zu drücken. Die notwendige Volumenverdrängung wird durch die bei den einzelnen Verfahren unterschiedlich schnelle Freisetzung eines zumeist größeren Volumens eines unter Druck stehenden Fremdmediums (technisches Gas, Explosionsgas, Flüssigkeit) bewirkt.

Das Prinzip der Volumenverdrängung grenzt dabei die Reichweite der bekannten Verfahren in die Bohrungsumgebung ein, da die Kompressibilität von Flüssigkeiten bekanntlich gering ist. Lediglich beim Einsatz von Sprengstoff wird durch die sehr hohe Geschwindigkeit der chemischen Umsetzung des Sprengstoffes zusätzlich ein Energieimpuls in der Flüssigkeit erzeugt, der eine große Reichweite dieses Verfahrens bewirkt, aber zugleich durch den sehr schnellen zeitlichen Ablauf zu einem „harten“ Impuls führt, der für die Bohrung und die Ausbaumaterialien ein großes Risiko beinhaltet.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Intensivierung der Durchlässigkeit von bohrungsnahen Bodenschichten sowie von Filterkörpern und Filterschichten in Brunnen und anderen Förderbohrungen zu schaffen, die verglichen mit dem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren und Vorrichtungen eine höhere Effizienz der Intensivierung der Durchlässigkeit von bohrungsnahen Bodenschichten sowie von Filterkörpern und Filterschichten ermöglicht, ohne dass ein Risiko bezüglich der Zerstörung der Bohrung und deren Ausbauten besteht.

Die Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 und hinsichtlich der Vorrichtung durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 5 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens bilden die Merkmale der Unteransprüche 2 bis 4, während vorteilhafte Ausgestaltungen der Vorrichtung die Merkmale der Patentansprüche 6 und 7 bilden.

Die Erfindung soll nachfolgend anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Figuren 1 und 2 näher erläutert werden.

Fig. 1 zeigt schematisch einen Längsschnitt durch eine Förderbohrung mit einer darin angeordneten erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 2 zeigt Einzelheiten der Struktur einer für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens benutzten Vorrichtung.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren und der zugehörigen Vorrichtung wird unter messtechnisch exakt kontrollier- und steuerbaren Parametern mittels eines mit hoher kinetischer Energie beaufschlagten, jedoch sehr kleinen Flüssigkeitsvolumens ein hydraulischer Energieimpuls E im Förderbereich F der Förderbohrung 11 erzeugt, der durch eine mittels einer Untertagepumpe 8 in der Förderbohrung 11 kontinuierlich erzeugte dynamische Strömung in seiner Effektivität noch verstärkt wird. Entsprechend den Figuren 1 und 2 wird von einem übertage befindlichen Druckaggregat 6 aus eine Flüssigkeit (z. B. bei einem Brunnen das aus diesem stammende Wasser) mit hohem Druck (bis zu 150 bar) in eine Druckleitung 2 eingepresst, an deren Ende sich ein Impulsgenerator 1 befindet, welcher mit einem großflächigen Ventil versehen ist, das in der Lage ist, innerhalb von 1 bis 2 Millisekunden sich zu öffnen und wieder zu schließen und dabei ein zuvor exakt definierbares, sehr kleines Volumen der unter hohem Druck stehenden Flüssigkeit (ca. 300 ml) in dieser kurzen Zeiteinheit in die zu fördernde Flüssigkeit, z. B. das umgebende Brunnenwasser freizusetzen. Der Effekt der Volumenverdrängung ist auf Grund der verwendeten kleinen Volumenmenge

gering, vielmehr werden die Moleküle des Brunnenwassers durch den schlagartigen Anstoß der mit hoher kinetischer Energie freigesetzten kleinen Flüssigkeitsmenge in Schwingungen versetzt, und der dadurch erzeugte hydraulische Energieimpuls E pflanzt sich auf Grund der physikalischen Erscheinung als Impulsströmung durch die Filterschlitzte hindurch in die in der Förderbohrung 11 umgebende Flüssigkeit fort und bewirkt dabei durch das Schwingen der Flüssigkeitsmoleküle an ihrem jeweiligen Platz ein Loslösen von Verkrustungen an Innen- wie Außenseiten des Filterrohres sowie das Bewegen von z. B. Feinkornanteilen aus Filterkiesschüttungen.

Da als Verfahrensbestandteil zeitgleich durch regelbares, kontinuierliches Abfördern mittels einer Untertagepumpe 8 eine Dynamik in der Förderbohrung 11 und ihrer Umgebung erzeugt wird, werden alle durch den hydraulischen Energieimpuls E von ihrem bisherigen Verweilort fortbewegten Bestandteile sofort abgefördert.

Das ununterbrochene Abpumpen wird dadurch ermöglicht, dass beim erfindungsgemäßen Verfahren durch Verwendung kleinster Flüssigkeitsmengen keine aufsteigenden Gasblasen erzeugt werden. Der Impulsgenerator 1 wird während der Regenerierung im Förderrohr 7 im Förderbereich F mittels einer Schlauchwinde 5 definiert auf und ab bewegt.

Das Steuersignal zum Öffnen des Ventils des Impulsgenerators 1 wird von der Steuereinheit 9 als elektrisches Signal über ein Steuerkabel 4 zum Impulsgenerator 1 geleitet.

Durch das Steuersignal wird der Elektromagnet 14 kurzzeitig energetisiert und der Ventilteller 16 öffnet die Arbeitskammer 12, und die hier zuvor angestaute und mit kinetischer Energie versehene Flüssigkeitsmenge tritt innerhalb von 1 bis 1,5 Millisekunden durch die Austrittsöffnungen 13 in die umgebende zu fördernde Flüssigkeit aus.

Durch die Energetisierung des Elektromagneten 14 wird gleichzeitig der untere Ventilteller 17 gegen den Druck einer in der Ventilschließkammer 15 befindlichen Flüssigkeit nach unten gedrückt. Sofort nach Entspannung des Volumens in der Arbeitskammer 12 drückt der in der Ventilschließkammer 15 herrschende Druck den unteren Ventilteller 17 nunmehr wieder schlagartig in die umgekehrte Richtung zurück, und das Ventil 13 wird somit nach

ca. 2 bis 2,5 Millisekunden wieder geschlossen. Das in der Ventilschließkammer 15 befindliche Flüssigkeitsvolumen kann sowohl in seiner Menge als auch in seinem Druck über ein von der Steuereinheit 9 betätigbares Schließventil 18 verändert werden.

Das Volumen der Arbeitskammer 12 ist ebenfalls unter Betriebsbedingungen von der Steuereinheit 9 aus veränderbar. Dadurch ist die Vorrichtung an alle Ausbauten von Förderbohrungen 11 und deren Durchmesser in ihren physikalischen Parametern und somit in der Wirkungsstärke des erzeugten kinetischen Energieimpulses E anpassbar. Eine Eingrenzung hinsichtlich der Einsatztiefe in den Förderbohrungen 11 besteht für das Verfahren nicht.

An dem Impulsgenerator 1 ist ein Sensor 10 angeordnet, der den energetischen und zeitlichen Verlauf der Energieimpulse E kontinuierlich erfasst und über ein Signalkabel 3 an die übertägige Steuereinheit 9 sendet. Hier hat der Bediener die Möglichkeit, anhand des vom Sensor 10 erfassten Verlaufes der Impulswirkung, der Veränderung des dynamischen Flüssigkeitsspiegels in der Förderbohrung 11 und des am Pumpenauslauf registrierbaren Austrages von gelösten Kolmatanten ständig die Auslösung der Energieimpulse E, den Arbeitsdruck der am Impulsgenerator 1 anstehenden Flüssigkeit und die Förderleistung der Untertagepumpe 8 zu steuern.

Durch die mittels des Sensors 10 erfassbaren Parameter ist das erfindungsgemäße Verfahren exakt steuerbar und damit in der Lage, während der Regenerierung einer Förderbohrung 11 sich ständig und ohne Unterbrechung des Regeneriervorganges an die sich im Verlauf der Bearbeitung verändernden Bedingungen im hydraulischen System der Förderbohrung 11 exakt anzupassen.

Weiterhin kann das erfindungsgemäße Verfahren durch die komplexe Messbarkeit und Steuerbarkeit seiner physikalischen Parameter an jedes bekannte Ausbaumaterial der Förderbohrung 11 angepasst werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Intensivierung der Durchlässigkeit von bohrungsnahen Bodenschichten sowie von Filterkörpern und Filterschichten (W) im untertägigen Förderbereich (F) von Brunnen und anderen Förderbohrungen (11), **dadurch gekennzeichnet, dass** im Förderbereich (F) der Bohrung (11) mit einer Untertagepumpe (8) kontinuierlich Flüssigkeit abgepumpt wird, dass die in dieser Weise bewegte Flüssigkeit durch kontinuierliches Auf- und Abwärtsbewegen eines Impulsgenerators (1) im Förderbereich (F) sukzessive mit hydraulischen Energieimpulsen (E) in Richtung der Bohrungswände, Filterkörper und Filterschichten (W) beaufschlagt wird, und dass die Wirkung jedes Energieimpulses (E) durch seismische Messungen ausgewertet wird und die Parameter des folgenden Energieimpulses (E) auf der Grundlage der Auswertung der Messergebnisse des vorausgegangenen Energieimpulses (E) bestimmt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energieimpulse (E) durch ein übertage angeordnetes Druckaggregat (6), welches über eine Druckleitung (2) mit dem im Förderbereich (F) bewegten Impulsgenerator (1) dicht verbunden ist, erzeugt werden, wobei das Druckaggregat (6) einen hohen Druck auf eine Flüssigkeit ausübt, die über die Druckleitung (2) im Impulsgenerator ansteht, und mit einem definierten Druck und während einer definierten Zeitdauer aus dem Impulsgenerator (1) in die zu fördernde Flüssigkeit ausschießt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und/oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wirkung jedes Energieimpulses (E) mittels eines vor Ort am Impulsgenerator (1) installierten seismischen Sensors (10) erfasst und über eine Messleitung (3) zu einer übertage angeordneten Steuereinheit (9) übertragen und dort ausgewertet wird, und dass nach Auswertung der Messsignale die Parameter des folgenden Energieimpulses (E) durch Einstellung des vom Druckaggregat (6) ausgeübten Druckes und durch mindestens ein Steuersignal, welches über eine Steuerleitung (4) zur zeitlich definierten Auslösung des Impulsgenerators (1) übertragen wird, bestimmt werden.

4. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Steuersignale zur zeitlich definierten Auslösung des Impulsgenerators (1), zur Einstellung des Flüssigkeitsvolumens für den hydraulischen Impuls und zur Bestimmung der Dauer des Energieimpulses (E) zum Impulsgenerator (1) übertragen werden.
5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** einen in den Förderbereich (F) der Bohrung (11) absenkbaaren und im Förderbereich (F) auf und ab bewegbaren Impulsgenerator (1), einen am Impulsgenerator (1) installierten seismischen Sensor (10), eine übertage angeordnete Steuereinheit (9), die über je eine Mess- und Steuerleitung (3, 4) mit dem seismischen Sensor (10) und dem Impulsgenerator (1) verbunden ist, ein übertage angeordnetes Druckaggregat (6), das über eine Druckleitung (2) mit dem Impulsgenerator (1) verbunden ist, und eine in den Förderbereich der Bohrung absenkbaare Untertagepumpe (8).
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Impulsgenerator (1) umfasst: einen Zylinder, in dessen oberem Teil eine mit der Druckleitung (2) verbundene volumenveränderbare Arbeitskammer (12) mit im Ruhezustand verschlossenen Austrittsöffnungen (13) angeordnet ist, und in dessen unterem Teil eine Ventilschließkammer (15) angeordnet ist, und beide Kammern durch einen elektromagnetisch betätigbaren Ventilkolben (V) in Wirkverbindung stehen, wobei der Ventilkolben (V) durch kurzzeitige Energisation eines Elektromagneten (14) nach unten bewegbar ist, und mittels eines daran angeordneten oberen Ventiltellers (16) die Austrittsöffnungen (13) freisetzbar und der in der Arbeitskammer (12) angestaute Überdruck als hydraulischer Impuls aussendbar ist, wobei ein am Ventilkolben angeordneter unterer Ventilteller (17) in dieser Stellung für eine starke Erhöhung des Druckes in der Ventilschließkammer (15) sorgt, und unmittelbar nach Entspannung der Arbeitskammer (12) der Ventilkolben (V) über den Ventilteller (17) in die Ausgangslage zurückdrückbar ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das in der Ventilschließkammer (15) befindliche Flüssigkeitsvolumen und der Druck über ein Schließventil (18) steuerbar ist.

Zusammenfassung

Bei einem Verfahren zur Intensivierung der Durchlässigkeit von bohrungsnahen Bodenschichten sowie von Filterkörpern und Filterschichten W im untertägigen Förderbereich F von Brunnen und anderen Förderbohrungen 11 wird im Förderbereich F der Bohrung 11 mit einer Untertagepumpe 8 kontinuierlich Flüssigkeit abgepumpt und die in dieser Weise bewegte Flüssigkeit durch kontinuierliches Auf- und Abwärtsbewegen eines Impuls-generators 1 im Förderbereich F sukzessive mit hydraulischen Energieimpulsen E in Richtung der Bohrungswände, Filterkörper und Filterschichten W beaufschlagt, und die Wirkung jedes Energieimpulses E wird durch seismische Messungen ausgewertet und die Parameter des folgenden Energieimpulses E werden auf der Grundlage der Auswertung der Messergebnisse des vorausgegangenen Energieimpulses E bestimmt.

(Fig. 1)

*

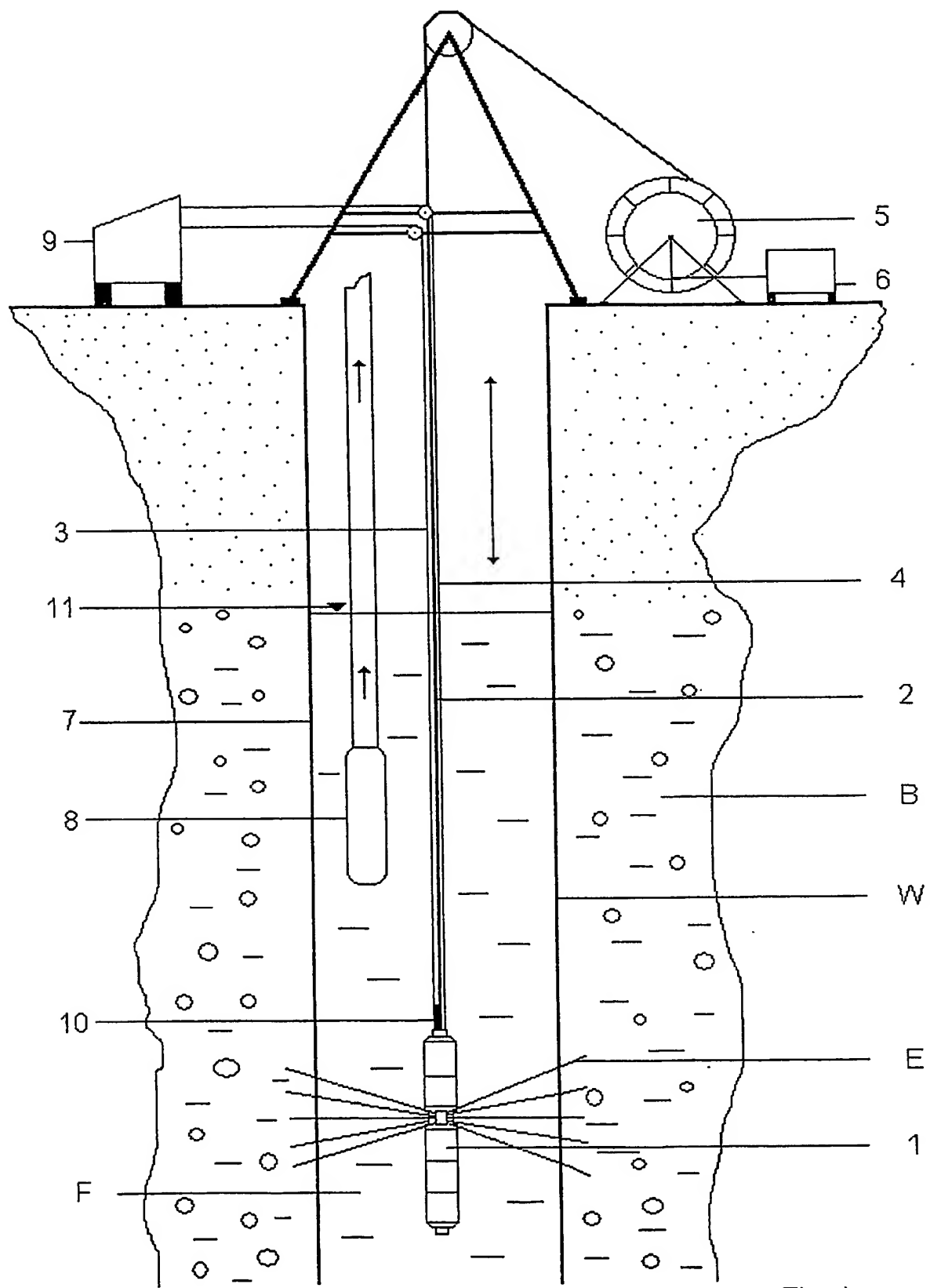


Fig. 1

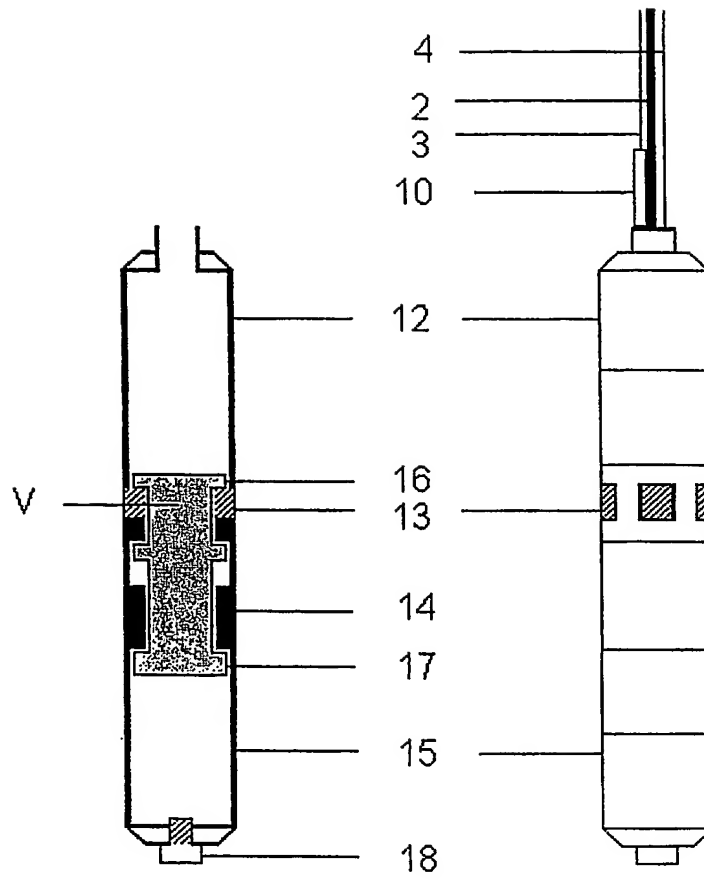


Fig. 2